

НАКОПЛЕНИЕ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТОРФЕ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ИСТОЧНИКА ПАРАТУНКА (КАМЧАТСКИЙ КРАЙ)

Е.С. Водина

Научный руководитель - профессор С.И. Арбузов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В данной работе рассматриваются закономерности латерального распределения редких элементов в торфе в зоне влияния гидротерм на примере источника Паратунка Камчатского края.

Объектами исследования являются торф и пепловые прослои извержения кратера Бараний Амфитеатр вулкана Опаца (1500 л.н.) и вулкана Ксудач (1800 л.н.) юга Камчатского края подверженные воздействию термальных минерализованных гидрокарбонатных вод ист. Паратунка (pH 7,5) [5].

Целью данного исследования является изучение влияния гидротерм на торфяные залежи, как источника привноса ценных компонентов в торфяник, и возможность формирования оруденения в связи с этим воздействием.

Для реализации поставленной цели выполнены следующие задачи:

- изучен химический состав термальных вод источника Паратунка;
- установлена группа элементов, привнесенная гидротермальным источником в торфяник;
- выявлены закономерности влияния гидротерм на пепловые горизонты в торфяном массиве;
- выполнен сравнительный анализ уровней накопления элементов-примесей с их кларковыми и промышленными содержаниями.

Район исследований находится на юге Камчатской области (рис. 1). Место отбора проб расположено в зоне воздействия гидротермального источника, на левом берегу р. Паратунка и в 3 км юго-западнее одноименного села (Елизовский район).

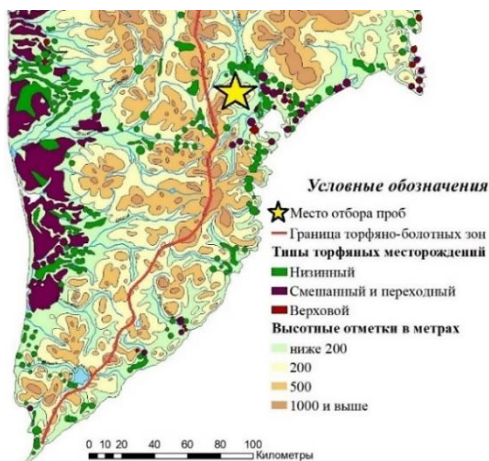


Рис. 1 Карта-схема торфяных месторождений на юге Камчатского края

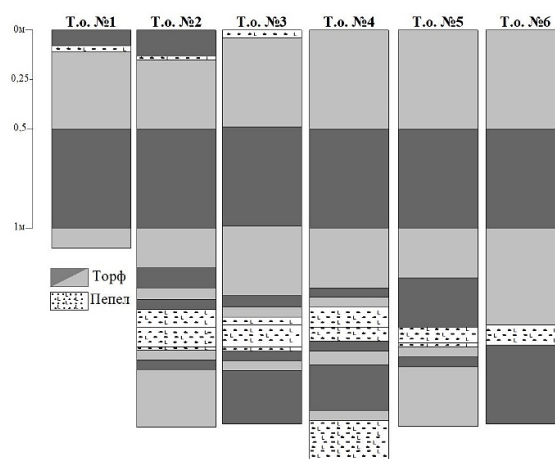


Рис. 2 Схемы разрезов с точек отбора проб

Отбор проб был произведен в 2019 г. с помощью торфяного бура. Всего опробовано 6 вертикальных сечений торфяника (рис.2). Они находятся на небольшом расстоянии друг от друга (не более 10 м между соседними точками). Отбор производился следующим образом: первая точка отбора находится перед гидротермальным источником вне зоны непосредственного влияния термальной вод; вторая точка отбора на максимально близком расстоянии от него в зоне влияния; последующие четыре точки располагаются по направлению течения гидротермы через каждые 5-10 м. Всего было отобрано 57 проб, из них 41 – торф и 16 – вулканогенная пирокластика. Мощность интервалов опробования в каждом сечении составила от 1,5 до 50 см.

Элементный состав отобранных проб торфов, и содержащихся в них вулканогенных прослоев пепла изучен с помощью метода ИНАА (инструментальный нейтронно-активационный анализ) в ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» на базе исследовательского ядерного реактора ИРТТ НИ ТПУ (аналитик А.Ф. Судыко).

Пробы термальной воды анализировались методом ICP MS в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии ТПУ (исполнитель А.С. Торопов).

По результатам ИНАА построены диаграммы средневзвешенных содержаний некоторых элементов (Zn, As, Br, Rb, Σ PЗЭ, Sb, La, Yb и U) (рис. 3, 4). С помощью этих графиков можно наблюдать как накапливались элементы до воздействия термальных вод (точка отбора 1), вблизи источника (точка отбора 2) и как эти элементы мигрируют по течению Паратунки (точки отбора 3-6). Повышенные средневзвешенные содержания отмечаются непосредственно вблизи гидротермы для Zn, As, Sb, La и Σ PЗЭ. Большинство элементов имеют минимальную концентрацию в первой точке отбора вне зоны влияния гидротерм. Такие элементы, как Br, Rb, Yb и U имеют примерно одинаковые содержания по всей латерали. Другими авторами также отмечаются повышенные содержания As, Sb, Zn и Rb в гидротермальных системах Камчатки [1, 4]. Как отмечают Г.А. Карпов и др. для гидротерм с pH выше 5,0 высокие содержания PЗЭ не характерны, что отражено и в данном исследовании [2].

СЕКЦИЯ 9. ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА РУД РЕДКИХ И РАДИОАКТИВНЫХ МЕТАЛЛОВ, СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ

У ист. Паратунка отсутствует ярко выраженная связь с вулканизмом, разломная тектоника контролирует его положение и приурочен он к грабеноподобной структуре [6]. По классификации О.А. Аленина вода относится к весьма горячей ($t=50^{\circ}\text{C}$) и относится к гидрокарбонатно-сульфатному кальциево-натриевому типу (соответственно 74; 840; 170; 270 мг/л).

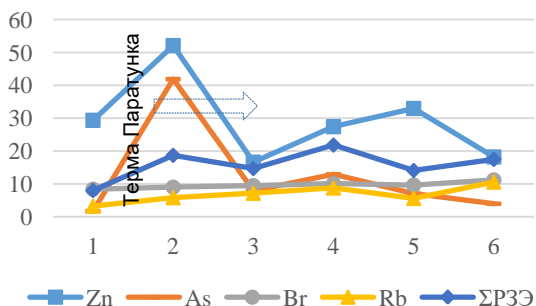


Рис. 3 Диаграмма средневзвешенного содержания Zn, As, Br, Rb и $\Sigma\text{РЗЭ}$ в точках отбора в породе. Стрелка указывает направление течения гидротермы

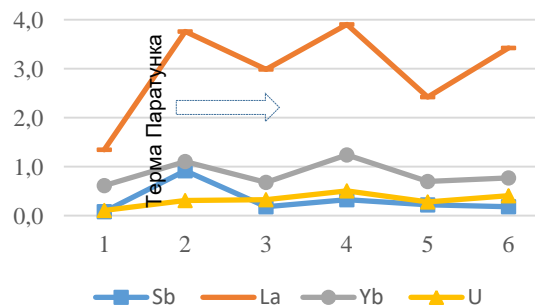


Рис. 4 Диаграмма средневзвешенного содержания Sb, La, Yb и U в точках отбора в породе. Стрелка указывает направление течения гидротермы

Результаты анализа ICP-MS воды из точек отбора 2 и 5 по некоторым компонентам (Zn, As, Br, Rb, Sb и U) сопоставимы с их средними содержаниями в пресных подземных и речных водах (табл.). Воды Паратунки более богаты As, Br, Rb и Sb, обеднены - Zn и U. Элементы, которыми богата гидротерма, могут накапливаться в торфянике в промышленных содержаниях (торф является хорошим сорбентом).

Таблица

Результаты анализа ICP-MS проб воды по некоторым элементам, средний химический состав пресных подземных и речных вод умеренного климата (мкг/л)

Элемент	Zn	As	Br	Rb	$\Sigma\text{РЗЭ}$	Sb	La	Yb	U	W	Ge
Точка отбора 2	1,8	170,3	113,6	14,4	0,017	2,9	0,002	0,001	0,0003	20,6	3,5
Точка отбора 5	0,3	139,8	119,1	14,9	0,053	3,1	0,006	0,001	0,0002	22,9	2,9
Пресные подземные воды [7]	42,8	1,6	85,6			0,6			0,5100		
Речные воды [3]	10,0	2,0	20,0	1,0		1,0			0,0400		

При сопоставлении содержаний изучаемых компонентов в породе и воде, можно сделать вывод, что термальна вода Паратунки является источником повышенных концентраций в торфе таких элементов как Zn, As, Sb и La. Также прогнозируются повышенные содержания W и Ge (их содержание определялось только в воде).

Изменения содержания изучаемых элементов в пепловых горизонтах в зависимости от положения относительно источника выявлено не было.

Таким образом, установлено, что воды Паратунки имеют богатый химический состав, являются источником привноса Zn, As, Sb и La (возможно W и Ge) в торфяник, которые могут концентрироваться в торфе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-17-00004).

Литература

1. Карпов Г.А. Кальдера Узон – пример современной рудообразующей системы // Гидротермальный процесс в областях тектоно-магматической активности. – М.: Наука, 1978. – С. 163–172.
2. Карпов Г.А. Содержание и источники редкоземельных элементов в современных вулканогенных гидротермальных системах Камчатки // Петрогеология. – 2013. – т. 21. – №2. – с. 163–176.
3. Кириухин В.А. Гидрогеохимия: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1993. – 384 с.
4. Набоко С.И. Металлоносность современных гидротерм в областях тектоно-магматической активности. – М.: Наука, 1980. – 198 с.
5. Переработка торфа Митогинского месторождения, расположенного в Усть-Большерецком муниципальном районе Камчатского края, с организацией производства топливных пеллет [Текст]: отчет о НИОКР / Науч.-исслед. Геотехнолог. Центр Дальневосточного отделения Российской ак. наук; рук. Пашкевич Р.И. – 2015. – 53 с. – исп. Р.И. Пашкевич, В.А. Горбач, Т.П. Белова и др.
6. Чудаев О.В. Геохимия и условия формирования современных гидротерм зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану: автореф. дис. ... д. г.-м.н.: 212.269.03 / О.В. Чудаев. – Томск.: 2002. – 59 с.
7. Шварцев, С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С. Л. Шварцев. - 2. изд., испр. и доп. – М.: Изд-во "Недра", 1998. – 365 с.